

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **2003-309286**

(43)Date of publication of application : **31.10.2003**

(51)Int.Cl.

**H01L 33/00**

(21)Application number : **2002-115060**

(71)Applicant : **SHARP CORP**

(22)Date of filing : **17.04.2002**

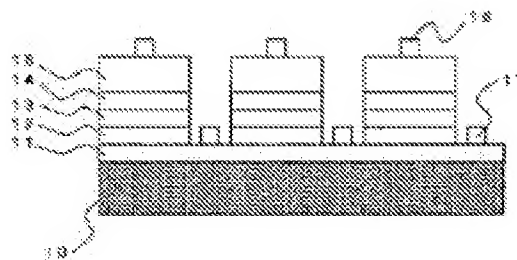
(72)Inventor : **FUDETA MAYUKO  
HATA TOSHIO**

## (54) NITRIDE SEMICONDUCTOR LIGHT-EMITTING ELEMENT AND ITS MANUFACTURING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a nitride semiconductor light-emitting element which can improve the external retrieving efficiency of a light to be emitted from a light-emitting layer, and to provide a method for manufacturing the same.

SOLUTION: The nitride semiconductor light-emitting element comprises: a first conductivity-type nitride semiconductor layer; the light-emitting layer; and a second conductivity-type nitride semiconductor layer sequentially laminated on a translucent base in which a first conductivity-type electrode layer is electrically connected to the first conductivity-type nitride semiconductor layer and a second conductivity-type electrode layer is electrically connected to the second conductivity-type nitride semiconductor layer. The method for manufacturing the same is provided.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2003-309286  
(P2003-309286A)

(43) 公開日 平成15年10月31日 (2003. 10. 31)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
H 0 1 L 33/00

識別記号

F I  
H 0 1 L 33/00

テーマコード\* (参考)  
C 5 F 0 4 1

審査請求 未請求 請求項の数22 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2002-115060 (P2002-115060)

(22) 出願日 平成14年4月17日 (2002. 4. 17)

(71) 出願人 000003049

シャープ株式会社  
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 筆田 麻祐子

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ャープ株式会社内

(72) 発明者 幡 俊雄

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ャープ株式会社内

(74) 代理人 100064746

弁理士 深見 久郎

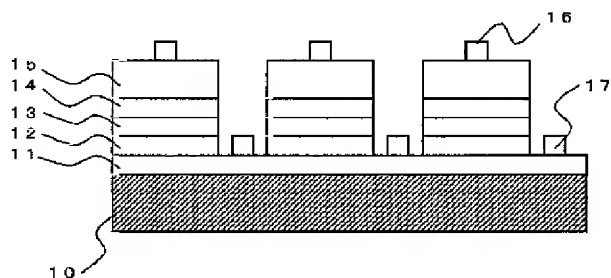
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 窒化物系半導体発光素子およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 発光層から放射される光の外部取り出し効率を向上させることができる窒化物系半導体発光素子およびその製造方法を提供する。

【解決手段】 透光性基体上方に順次積層された第一導電型窒化物系半導体層と発光層と第二導電型窒化物系半導体層とを含み、上記第一導電型窒化物系半導体層には第一導電型電極層が電氣的に接続され、上記第二導電型窒化物系半導体層には第二導電型電極層が電氣的に接続されてなる窒化物系半導体発光素子およびその製造方法であることを特徴とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 透光性基体上方に順次積層された第一導電型窒化物系半導体層と発光層と第二導電型窒化物系半導体層とを含み、前記第一導電型窒化物系半導体層には第一導電型用電極層が電氣的に接続され、前記第二導電型窒化物系半導体層には第二導電型用電極層が電氣的に接続されてなる窒化物系半導体発光素子。

【請求項2】 前記透光性基体は、透光性樹脂またはSOGからなることを特徴とする請求項1に記載の窒化物系半導体発光素子。

【請求項3】 前記透光性基体は、波長変換材料を含んでいることを特徴とする請求項1または2に記載の窒化物系半導体発光素子。

【請求項4】 前記第一導電型窒化物系半導体層はp型の窒化物系半導体層であり、前記第二導電型窒化物系半導体層はn型の窒化物系半導体層であることを特徴とする請求項1から3のいずれかに記載の窒化物系半導体発光素子。

【請求項5】 前記第一導電型用電極層の少なくとも一部が、前記透光性基体と前記第一導電型窒化物系半導体層との間に形成されていることを特徴とする請求項1から4のいずれかに記載の窒化物系半導体発光素子。

【請求項6】 透光性基体と第一導電型窒化物系半導体層との間に形成されている前記第一導電型用電極層が、前記第一導電型窒化物系半導体層のほぼ全面と接するように形成されていることを特徴とする請求項5に記載の窒化物系半導体発光素子。

【請求項7】 透光性基体と第一導電型窒化物系半導体層との間に形成されている前記第一導電型用電極層の少なくとも一部が、網目状に形成されていることを特徴とする請求項5に記載の窒化物系半導体発光素子。

【請求項8】 前記第一導電型用電極層は、前記第一導電型窒化物系半導体層とオーミック接触をとる導電体を含んでいることを特徴とする請求項1から7のいずれかに記載の窒化物系半導体発光素子。

【請求項9】 前記第一導電型用電極層は、金属薄膜層および／または透明導電層を含んでいることを特徴とする請求項1から8のいずれかに記載の窒化物系半導体発光素子。

【請求項10】 前記金属薄膜層は、パラジウム(Pd)、ニッケル(Ni)、白金(Pt)、ロジウム(Rh)、ルテニウム(Ru)、オスミウム(Os)、イリジウム(Ir)、ハフニウム(Hf)、チタン(Ti)、アルミニウム(Al)、スカンジウム(Sc)、ジルコニウム(Zr)およびバナジウム(V)よりなる群から選ばれる少なくとも一種の金属を含むことを特徴とする請求項9に記載の窒化物系半導体発光素子。

【請求項11】 前記透明導電層は、亜鉛(Zn)、インジウム(In)、スズ(Sn)、マグネシウム(Mg)、カドミウム(Cd)、ガリウム(Ga)および鉛

(Pb)よりなる群から選ばれる少なくとも一種の元素の酸化物を含むことを特徴とする請求項9に記載の窒化物系半導体発光素子。

【請求項12】 請求項1に記載の窒化物系半導体発光素子の製造方法であって、基板を用意し、前記基板上に前記第二導電型窒化物系半導体層、前記発光層および前記第一導電型窒化物系半導体層を順次積層する工程と、前記第一導電型窒化物系半導体層上に前記第一導電型用電極層を形成する工程と、前記第二導電型窒化物系半導体層上に前記第二導電型用電極層を形成する工程と、前記第一導電型用電極層上に前記透光性基体を形成する工程とを含むことを特徴とする窒化物系半導体発光素子の製造方法。

【請求項13】 前記基板の少なくとも一部を除去する工程を含むことを特徴とする請求項12に記載の窒化物系半導体発光素子の製造方法。

【請求項14】 前記基板はSi基板であることを特徴とする請求項13に記載の窒化物系半導体発光素子の製造方法。

【請求項15】 前記Si基板をフッ化水素酸と硝酸とを含む混合液からなるエッチング液により除去し、前記Si基板上に積層された第二導電型窒化物系半導体層をエッチストップ層として機能させることを特徴とする請求項14に記載の窒化物系半導体発光素子の製造方法。

【請求項16】 前記第一導電型窒化物系半導体層上に前記第一導電型用電極層を形成した後、これらの層を300～700℃で熱処理を行なう工程を含むことを特徴とする請求項12から15のいずれかに記載の窒化物系半導体発光素子の製造方法。

【請求項17】 前記第一導電型用電極層として、金属薄膜層および／または透明導電層を形成する工程を含むことを特徴とする請求項12から16のいずれかに記載の窒化物系半導体発光素子の製造方法。

【請求項18】 前記第一導電型用電極層の少なくとも一部を網目状に形成する工程を含むことを特徴とする請求項12から17のいずれかに記載の窒化物系半導体発光素子の製造方法。

【請求項19】 前記第一導電型用電極層上にパッド電極を形成する工程を含むことを特徴とする請求項12から18のいずれかに記載の窒化物系半導体発光素子の製造方法。

【請求項20】 前記第一導電型用電極層上に厚膜金属層を形成する工程を含むことを特徴とする請求項12から18のいずれかに記載の窒化物系半導体発光素子の製造方法。

【請求項21】 前記透光性基体は、透光性樹脂またはSOGを硬化させる方法、透光性樹脂フィルムを貼りつける方法および透光性樹脂板を貼りつける方法よりなる群から選ばれる少なくとも1種類の方法により形成されることを特徴とする請求項12から20のいずれかに記

載の窒化物系半導体発光素子の製造方法。

【請求項22】 前記透光性樹脂を硬化させる方法には、透光性樹脂に硬化剤を混ぜて硬化させる方法、透光性樹脂として熱硬化型樹脂を用いて加熱する方法および透光性樹脂として紫外線硬化型樹脂を用いて紫外線を照射する方法よりなる群から選ばれる少なくとも1種類の方法が用いられることを特徴とする請求項21に記載の窒化物系半導体発光素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は窒化物系半導体 ( $In_xAl_yGa_{1-x-y}N$ :  $0 \leq x$ ,  $0 \leq y$  および  $x+y < 1$ ) を用いた窒化物系半導体発光素子およびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】特開平10-270761号公報には従来の窒化物系半導体発光素子の構造が開示されている。図23にこの構造を示す。図23において、従来の窒化物系半導体発光素子は、Al基板100上にp型オーミックコンタクト層101、p型GaN層102、活性層103、n型GaN層104およびn側電極105が順次積層された構造をとっている。

【0003】この従来の窒化物系半導体発光素子は、以下のようにして作製されている。まず、サファイア基板（図示せず）上にn型GaN層104、活性層103およびp型GaN層102を順次積層して半導体積層部を形成した後、p型GaN層102とオーミックコンタクト層101をとりやすいNiとAuの合金層であるp型オーミックコンタクト層101をp型GaN層102の上面全面に設ける。次に、Agペースト等の導電性接着剤により、p型オーミックコンタクト層101の上面に支持基体としてAl基板100を貼りつける。次に、サファイア基板を研磨することによりサファイア基板を完全に除去する。最後にサファイア基板の除去により露出したn型GaN層104の表面に、たとえばTiとAuの合金層からなるn側電極105をパターンニング形成して作製される。

【0004】上記のような従来の窒化物系半導体発光素子においては、活性層103からAl基板100側に放射された光は、p型GaN層102とp型オーミックコンタクト層101との界面Sで反射されてから素子外部へ取り出されることとなるが、支持基体となるAl基板100は透明ではないため、その外部取り出し効率はp型GaN層102とp型オーミックコンタクト層101との界面Sにおける反射率に大きく左右されることとなる。しかし、p型オーミックコンタクト層101はNiとAuの合金層から構成されているためp型GaN層102との界面での反射率が悪く、ほとんどの光が吸収されてしまうという問題があった。

【0005】また、サファイア基板は研磨により完全に

除去されるが、研磨されるサファイア基板の膜厚の面内揺らぎは高精度な研磨技術を用いても数 $\mu m$ 程度あるため、n型GaN層104が研磨により除去されてしまう部分が生じないように余裕を持ってn型GaN層104を数 $\mu m$ 以上の膜厚を持たせて形成していなければならない等の理由から、歩留まりが悪く、製造コストも上昇することになってしまうという問題もあった。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】上記事情に鑑みて本発明は、発光層から放射される光の外部取り出し効率を向上させることができる窒化物系半導体発光素子およびその製造方法を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明は、透光性基体上方に順次積層された第一導電型窒化物系半導体層と発光層と第二導電型窒化物系半導体層とを含み、上記第一導電型窒化物系半導体層には第一導電型用電極層が電気的に接続され、上記第二導電型窒化物系半導体層には第二導電型用電極層が電気的に接続されてなる窒化物系半導体発光素子であることを特徴とする。

【0008】ここで、本発明の窒化物系半導体発光素子においては、透光性基体は透光性樹脂またはSOG (Spin on Glass) からなることが好ましい。なお、SOGとは無機溶媒または有機溶媒中に溶かされた二酸化ケイ素をウエハ上に回転塗布することによって塗布されたシリコン酸化膜のことをいう。

【0009】また、本発明の窒化物系半導体発光素子においては、透光性基体は波長変換材料を含んでいることが好ましい。

【0010】また、本発明の窒化物系半導体発光素子においては、第一導電型窒化物系半導体層はp型の窒化物系半導体層であり、第二導電型窒化物系半導体層はn型の窒化物系半導体層であることが好ましい。

【0011】また、本発明の窒化物系半導体発光素子においては、第一導電型用電極層の少なくとも一部が透光性基体と第一導電型窒化物系半導体層との間に形成されていることが好ましい。

【0012】ここで、透光性基体と第一導電型窒化物系半導体層との間に形成されている上記第一導電型用電極層が第一導電型窒化物系半導体層のほぼ全面と接するように形成されていることが好ましい。

【0013】また、透光性基体と第一導電型窒化物系半導体層との間に形成されている上記第一導電型用電極層の少なくとも一部が網目状に形成されていることが好ましい。

【0014】また、本発明の窒化物系半導体発光素子においては、第一導電型用電極層は第一導電型窒化物系半導体層とオーミック接触をとる導電体を含んでいることが好ましい。

【0015】また、本発明の窒化物系半導体発光素子においては、第一導電型用電極層は金属薄膜層および／または透明導電層を含んでいることが好ましい。

【0016】ここで、上記金属薄膜層はパラジウム(Pd)、ニッケル(Ni)、白金(Pt)、ロジウム(Rh)、ルテニウム(Ru)、オスミウム(Os)、イリジウム(Ir)、ハフニウム(Hf)、チタン(Ti)、アルミニウム(Al)、スカンジウム(Sc)、ジルコニウム(Zr)およびバナジウム(V)よりなる群から選ばれる少なくとも一種の金属を含むことが好ましい。

【0017】また、上記透明導電層は亜鉛(Zn)、インジウム(In)、スズ(Sn)、マグネシウム(Mg)、カドミウム(Cd)、ガリウム(Ga)および鉛(Pb)よりなる群から選ばれる少なくとも一種の元素の酸化物を含むことが好ましい。

【0018】また、本発明は、上記窒化物系半導体発光素子の製造方法において、基板を用意し、基板上に第二導電型窒化物系半導体層、発光層および第一導電型窒化物系半導体層を順次積層する工程と、上記第一導電型窒化物系半導体層上に第一導電型用電極層を形成する工程と、上記第二導電型窒化物系半導体層上に第二導電型用電極層を形成する工程と、上記第一導電型用電極層上に透光性基体を形成する工程とを含む窒化物系半導体発光素子の製造方法であることを特徴とする。

【0019】ここで、本発明の窒化物系半導体発光素子の製造方法は上記基板の少なくとも一部を除去する工程を含むことが好ましい。

【0020】また、本発明の窒化物系半導体発光素子の製造方法においては、上記基板はSi基板であることが好ましい。

【0021】また、本発明の窒化物系半導体発光素子の製造方法においては、上記Si基板をフッ化水素酸と硝酸とを含む混合液からなるエッチング液により除去し、上記Si基板上に積層された第二導電型窒化物系半導体層をエッチストップ層として機能させることが好ましい。

【0022】また、本発明の窒化物系半導体発光素子の製造方法は、上記第一導電型窒化物系半導体層上に上記第一導電型用電極層を形成した後、これらの層を300～700℃で熱処理を行なう工程を含むことが好ましい。

【0023】また、本発明の窒化物系半導体発光素子の製造方法は、上記第一導電型用電極層として、金属薄膜層および／または透明導電層を形成する工程を含むことが好ましい。

【0024】また、本発明の窒化物系半導体発光素子の製造方法は、上記第一導電型用電極層の少なくとも一部を網目状に形成する工程を含むことが好ましい。

【0025】また、本発明の窒化物系半導体発光素子の

製造方法は、上記第一導電型用電極層上にパッド電極を形成する工程を含むことが好ましい。

【0026】また、本発明の窒化物系半導体発光素子の製造方法は、前記第一導電型用電極層上に厚膜金属層を形成する工程を含むことが好ましい。

【0027】また、本発明の窒化物系半導体発光素子の製造方法においては、前記透光性基体は、透光性樹脂またはSOG(Spin on Glass)を硬化させる方法、透光性樹脂フィルムを貼りつける方法および透光性樹脂板を貼りつける方法よりなる群から選ばれる少なくとも1種類の方法により形成されることが好ましい。

【0028】また、本発明の窒化物系半導体発光素子の製造方法においては、上記透光性樹脂を硬化させる方法には、透光性樹脂に硬化剤を混ぜて硬化させる方法、透光性樹脂として熱硬化型樹脂を用いて加熱する方法および透光性樹脂として紫外線硬化型樹脂を用いて紫外線を照射する方法よりなる群から選ばれる少なくとも1種類の方法が用いられることが好ましい。

【0029】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を説明する。

【0030】(透光性基体) 本発明の窒化物系半導体発光素子は透光性基体を用いることを特徴とする。透光性基体を用いた本発明の窒化物系半導体発光素子を反射率の良いAgペースト等でリードフレーム等にダイボンドした場合には、発光層から透光性基体側に放射された光はほとんど吸収されることなく透光性基体に入射し、透光性基体底面で反射した後に透光性基体側面から取り出すことができるため、発光層から放射される光の外部取り出し効率を向上させることができる。ここで、透光性とは発光層から放射された光の一部または全部が透過する性質だけでなく、一度吸収された光が波長変換されてから放射される性質も含まれる。

【0031】本発明に用いられる透光性基体の材質としては、特に限定はされず従来から公知の透光性材料が用いられ得るが、なかでも透光性樹脂またはSOGを用いることが好ましい。透光性樹脂やSOGの形成手法は容易で安価であることから、本発明の窒化物系半導体発光素子の製造コストを低減させることができる。また、透光性樹脂やSOG中にたとえば蛍光体等の波長変換材料を容易に混ぜ込むことができ様々な色の光を発光させることができるため白色発光素子も作製し得る。ここで、透光性樹脂の材質としては、特に限定されず、上記透光性の性質を有する従来から公知の樹脂が用いられ得るが、熱硬化型樹脂または紫外線硬化型樹脂であることが好ましい。この場合には、透光性基体をより容易に作製することができるようになる。熱硬化型樹脂としては、たとえばフェノール樹脂、ユリア樹脂、メラミン樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、ビニルエステル樹脂、ジ

アリルフタレート樹脂またはエポキシ樹脂等が用いられ得る。また、紫外線硬化型樹脂としては、アクリレート、エポキシ化合物または不飽和化合物とチオールとの配合物等のオリゴマーやモノマーに、ベンゾフェノンまたはトリフェニルスルホニウムヘキサフルオロフォスフィン等の光増感剤を加えたものに、水銀灯またはメタルハライドランプ等の光源から紫外線を照射して硬化させた樹脂等がある。

【0032】また、透光性基体は波長変換材料を含んでいることが好ましい。この場合には発光層から透光性基体に向けて放射された光が透光性基体中の波長変換材料によって波長が変換されることにより、赤色、青色、緑色またはそれらの混合色や白色の光を透光性基体側面から取り出すことができる。ここで、波長変換材料としては、たとえば赤色発光の蛍光体、橙色発光の蛍光体、緑色発光の蛍光体、青色発光の蛍光体、白色発光の蛍光体等を用いることができる。赤色発光の蛍光体としては、たとえば $\text{ZnS}:\text{Cu}$ 、 $\text{LiAlO}_2:\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3:\text{Cr}$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}$ 、 $\text{Y}(\text{P}, \text{V})\text{O}_4:\text{Eu}^{3+}$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Eu}$ 蛍光体、 $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Eu}$ 蛍光体と $\text{Y}_2\text{O}_3\text{S}:\text{Eu}$ 蛍光体との混合体等を用いることができる。また、橙色発光の蛍光体としては、たとえば $\text{ZnS}:\text{Cu}$ 、 $\text{Mn}$ 、 $(\text{Zn}, \text{Cd})\text{S}:\text{Ag}$ 、 $\text{ZnS}:\text{Mn}$ 、 $(\text{Sr}, \text{Mg}, \text{Ba})_3(\text{PO}_4)_2$ 等を用いることができる。また、緑色発光の蛍光体としては、たとえば $\text{ZnS}:\text{Cu}$ 、 $\text{Al}$ 、 $\text{LaPO}_4:\text{Ce}^{3+}$ 、 $\text{Tb}^{3+}$ 、 $\text{Sr}(\text{S}, \text{Se}):\text{Sm}$ 、 $\text{Ce}$ 、 $\text{ZnSiO}_4:\text{Mn}^{2+}$ 、 $\beta\text{ZnS}:\text{Cu}$ 、 $\text{ZnS}:\text{Cu}$ 、 $\text{Fe}(\text{Co})$ 、 $\text{ZnS}:\text{PbZnS}:\text{Cu}$ 蛍光体、 $\text{ZnS}:\text{Cu}$ 、 $\text{Al}$ 蛍光体と $\text{Y}_2\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Tb}$ 蛍光体の混合体等を用いることができる。また、青色発光の蛍光体としては、たとえば $\text{CaS}:\text{Bi}$ 、 $(\text{Sr}, \text{Ca})_{10}(\text{PO}_4)_6\text{Cl}_{12}:\text{Eu}^{2+}$ 、 $\text{SrS}:\text{Sm}$ 、 $\text{Ce}$ 、 $\text{Sr}_2\text{P}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}$ 、 $\beta\text{ZnS}:\text{Ag}$ 、 $(\text{Ba}, \text{Ca}, \text{Mg})_{10}(\text{PO}_4)_6\text{Cl}_{12}:\text{Eu}^{2+}$ 、 $3\text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2\cdot\text{CaCl}_2:\text{Eu}^{2+}$ 蛍光体等を用いることができる。また、白色発光の蛍光体としては、たとえば $\text{ZnO}:\text{Zn}$ 、 $\text{ZnS}:\text{As}$ 、 $\text{ZnS}:\text{Au}$ 、 $\text{Ag}$ 、 $\text{Al}$ 、 $\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7:\text{Dy}$ 、 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2\cdot\text{CaF}_2:\text{Sb}$ 、 $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2\cdot\text{Ca}(\text{F}, \text{Cl})_2:\text{Sb}^{3+}$ 、 $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2\cdot\text{Ca}(\text{F}, \text{Cl})_2:\text{Sb}^{3+}$ 、 $\text{Mn}^{2+}$ 、 $\text{MgWO}_4$ 、 $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2\cdot\text{Ca}(\text{F}, \text{Cl})_2:\text{Sb}^{3+}$ 、 $\text{Mn}^{2+}$ 蛍光体等を用いることができる。なお、上記蛍光体の表記は通常の蛍光体の組成の表記方法の解釈に従って解釈される。これらの蛍光体は、単独で用いてもよいし複数を混合して用いてもよい。

【0033】(第一導電型窒化物系半導体層) 本発明に用いられる第一導電型窒化物系半導体層は透光性基体上方に積層される。第一導電型窒化物系半導体層の材質としては、一般式 $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$  ( $0 \leq x$ 、 $0 \leq$

$y$ および $x+y < 1$ ) で表わされる窒化物系半導体にp型またはn型のドーパントが注入されたものが用いられ得る。なかでも、第一導電型窒化物系半導体層はp型のドーパントが注入されたp型の窒化物系半導体層であることが好ましい。ここで、p型のドーパントとしては、従来から公知の材料を用いることができ、たとえば $\text{Mg}$  (マグネシウム)、 $\text{Zn}$  (亜鉛)、 $\text{Cd}$  (カドミウム) または $\text{Be}$  (ベリリウム) 等の1種類以上が用いられ得る。

【0034】なお、上記一般式 $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$  ( $0 \leq x$ 、 $0 \leq y$ および $x+y < 1$ ) において $x$ は $\text{In}$ の組成比を示し、 $y$ は $\text{Al}$ の組成比を示す。また、第一導電型窒化物系半導体層は1層であってもよく、材質の異なる層同士が接する2層以上であってもよい。また、第一導電型窒化物系半導体層は透光性基体と接していてもよく、接していなくともよい。

【0035】(発光層) 本発明に用いられる発光層は第一導電型窒化物系半導体層上に積層される。発光層の材質としては、たとえば上記一般式 $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$  ( $0 \leq x$ 、 $0 \leq y$ および $x+y < 1$ ) で表わされる窒化物系半導体が用いられ得る。また本発明に用いられる発光層は、MQW (多重量子井戸) 発光層またはSQW (単一量子井戸) 発光層のいずれであってもよい。また発光層は $\text{AlGaInN}$ 、 $\text{GaNaNs}$ または $\text{GaNp}$ 等の任意の4元または3元混晶としてもよい。

【0036】(第二導電型窒化物系半導体層) 本発明に用いられる第二導電型窒化物系半導体層は発光層上に1層以上積層される。第二導電型窒化物系半導体層の材質としては、たとえば上記一般式 $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$  ( $0 \leq x$ 、 $0 \leq y$ および $x+y < 1$ ) で表わされる窒化物系半導体にp型またはn型のドーパントが注入されたものが用いられ得る。なかでも、第二導電型窒化物系半導体層はn型のドーパントが注入されたn型の窒化物系半導体層であることが好ましい。ここで、n型のドーパントには従来から公知の材料を用いることができ、たとえば $\text{Si}$  (ケイ素)、 $\text{O}$  (酸素)、 $\text{Cl}$  (塩素)、 $\text{S}$  (硫黄)、 $\text{C}$  (炭素) または $\text{Ge}$  (ゲルマニウム) 等の1種類以上が用いられ得る。

【0037】(第一導電型用電極層) 本発明に用いられる第一導電型用電極層は第一導電型窒化物系半導体層に電氣的に接続されている。ここで、第一導電型用電極層の少なくとも一部が、透光性基体と第一導電型窒化物系半導体層との間に形成されていることが好ましい。また、透光性基体と第一導電型窒化物系半導体層との間に形成されている第一導電型用電極層は、第一導電型窒化物系半導体層のほぼ全面と接するように形成されていることがさらに好ましい。これらの場合には、第一導電型用電極層の面内で電流をより効率よく拡散させることができ、発光層により均一に電流を注入することができるようになる。

【0038】また、第一導電型用電極層の少なくとも一部が透光性基体と第一導電型窒化物系半導体層との間に形成されている場合には、その間に形成されている第一導電型用電極層の少なくとも一部が網目状に形成されていることが好ましい。この場合には、発光層から放射された光の透過率をより向上させることができる。

【0039】また、第一導電型用電極層の材質としては特に限定されないが、第一導電型窒化物系半導体層とオーミック接触をとる導電体を含んでいることが好ましい。この場合には、本発明の窒化物系半導体発光素子の駆動電圧をより低減させることができる。

【0040】また、第一導電型用電極層は、金属薄膜層および／または透明導電層を含んでいることが好ましい。この場合には、発光層から放射された光の透過率と良好なオーミック特性とのバランスをより向上させることができるようになる。

【0041】ここで、上記金属薄膜層は、Pd、Ni、Pt、Rh、Ru、Os、Ir、Hf、Ti、Al、Sc、ZrおよびVよりなる群から選ばれる少なくとも一種の金属を含んでいることがより好ましい。この場合には、第一導電型用電極層と第一導電型窒化物系半導体層との接触抵抗が低くなり得るため、本発明の窒化物系半導体発光素子の駆動電圧を低減させることができ得る。

【0042】また、上記透明導電層は、Zn、In、Sn、Mg、Cd、GaおよびPbよりなる群から選ばれる少なくとも一種の元素の酸化物を含んでいることがより好ましい。なかでも、ZnO（酸化亜鉛）、In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>（酸化インジウム）、SnO<sub>2</sub>（酸化スズ）、ITO（InとSnの酸化物）およびMgO（酸化マグネシウム）よりなる群から選ばれる少なくとも一種の酸化物からなる透明導電層を含んでいることがさらに好ましい。この場合には、発光層から放射された光のうち紫～緑色波長領域の光の透過率がよいことから、本発明の窒化物系半導体発光素子の光の外部取り出し効率をより向上させることができる。

【0043】（第二導電型用電極層）本発明に用いられる第二導電型用電極層は第二導電型窒化物系半導体層に電気的に接続されている。第二導電型用電極層の材質としては特に限定されないが、Pd（パラジウム）、Ni（ニッケル）、Pt（白金）、Rh（ロジウム）、Ru（ルテニウム）、Os（オスミウム）、Ir（イリジウム）、Hf（ハフニウム）、Ti（チタン）、Al（アルミニウム）、Sc（スカンジウム）、Zr（ジルコニウム）およびV（バナジウム）よりなる群から選ばれる少なくとも一種の金属を含んでいることがより好ましい。この場合には、第二導電型用電極層と第二導電型窒化物系半導体層との接触抵抗が低くなり得るため、本発明の窒化物系半導体発光素子の駆動電圧を低減させ得る。

【0044】（製造方法）透光性基体上方に順次積層さ

れた第一導電型窒化物系半導体層、発光層および第二導電型窒化物系半導体層を含む本発明の窒化物系半導体発光素子の製造方法を以下に説明する。まず、基板を用意し、基板上に上記第二導電型窒化物系半導体層、上記発光層および上記第一導電型窒化物系半導体層を順次積層する。次に、上記第一導電型窒化物系半導体層上に上記第一導電型用電極層を形成する。次に、上記第二導電型窒化物系半導体層上に上記第二導電型用電極層を形成する。最後に上記第一導電型用電極層上に上記透光性基体を形成する。これらの工程を含む製造方法で窒化物系半導体発光素子を作製することにより、窒化物系半導体層の結晶成長が困難な透光性樹脂等からなる透光性基体を用いた場合でも透光性基体上に窒化物系半導体層を積層することができるようになる。なお、本発明の窒化物系半導体発光素子の製造方法は上記工程以外の工程を含んでいてもよい。

【0045】ここで、窒化物系半導体層の積層方法としては従来から公知の方法を用いることができ、たとえばLPE法（液相エピタキシー法）、VPE法（気相エピタキシー法）、MOCVD法（有機金属気相成長法）、MBE法（分子線エピタキシー法）、ガスソースMBE法またはこれらの方法を組み合わせた方法等を用いることができる。さらに、四角形、円形やその他多角形等の形状のSiO<sub>2</sub>マスクを用いて基板をマスクし、選択的に窒化物系半導体層を積層することができる。また、基板上にたとえばAlN、n型InAlNまたはp型InAlN等からなるバッファ層を形成して窒化物系半導体層を積層することができる。特にバッファ層がn型またはp型窒化物系半導体層である場合にはドライエッチングでAlNを除去する工程を省くことができ、製造コストをさらに低減させることができる。

【0046】また、第一導電型窒化物系半導体層上に第一導電型用電極層を形成する方法についても従来から公知の方法を用いることができ、たとえば真空蒸着法、スパッタリング法またはこれらの方法を組み合わせた方法等を用いることができる。

【0047】また、本発明の窒化物系半導体発光素子の製造方法は、基板の少なくとも一部を除去する工程を含むことが好ましい。この場合には、基板における光の吸収をより低減することができる。ここで、上記基板はSi基板であることが好ましい。Si基板は従来から用いられてきたサファイア基板と異なり研磨等をしなくとも化学エッチング等により除去することができるため、基板の除去がより容易となる。また、上記Si基板をフッ化水素酸と硝酸とを含む混合液からなるエッチング液により除去し、このSi基板上に積層された第二導電型窒化物系半導体層をエッチストップ層として機能させることが好ましい。この場合にはSi基板を選択的にエッチングすることができ、第二導電型窒化物系半導体層がエッチストップ層となることから基板の除去がより容易と



なる。

【0048】また、本発明の窒化物系半導体発光素子の製造方法は、第一導電型窒化物系半導体層上に第一導電型用電極層を形成した後、これらの層を300～700℃で熱処理を行なう工程を含むことが好ましい。より好ましくは400～600℃、さらに好ましくは450～550℃で熱処理を行なう工程を含むことである。この場合には、より良好なオーミック特性が得られるだけでなく、第一導電型窒化物系半導体層と第一導電型用電極層との密着性がより良好となり窒化物系半導体層が透光性基体から剥がれにくくなるため発光素子の製造歩留まりをより向上させることができる。また、長時間の通電試験においても窒化物系半導体層が透光性基体から剥がれることがなく発光素子の信頼性をより向上させ得る。

【0049】また、本発明の窒化物系半導体発光素子の製造方法は、第一導電型用電極層として、金属薄膜層および／または透明導電層を形成する工程を含むことが好ましい。金属薄膜層および透明導電層の形成は容易であることから、フォトリソプロセス等により第一導電型用電極層をより容易に任意の形状にすることができるようになる。

【0050】また、本発明の窒化物系半導体発光素子の製造方法は、第一導電型用電極層の少なくとも一部を網目状に形成する工程を含むことが好ましい。この場合には、第一導電型用電極層における光の透過率をより向上させることができることから、光の外部取り出し効率により優れた発光素子を作製することができる。

【0051】また、本発明の窒化物系半導体発光素子の製造方法は、第一導電型用電極層上にパッド電極を形成する工程を含むことが好ましい。この場合には、パッド電極からより効率的に電流を注入することができるようになる。

【0052】また、本発明の窒化物系半導体発光素子の製造方法は、第一導電型用電極層上に厚膜金属層を形成する工程を含むことが好ましい。この場合には、発光素子の上下電極構造を容易に作製することができることから、発光素子のコンパクト化をより容易に図ることができるようになる。ここで、厚膜金属層を形成する工程には、たとえば透光性基体の一部を除去して第一導電型用電極層を露出させ、この露出させた第一導電型用電極層上にメッキ法により厚膜メッキ層を形成する方法または第一導電型用電極層上に金属バンプを形成し、この形成した金属バンプを埋め込むように透光性基体を形成する方法等が用いられ得る。また、上記メッキ法としては、無電解メッキ法または電解メッキ法のいずれも用いることができる。また、金属バンプの形成方法としては、たとえばドライフィルムレジスト等の100μm程度の厚さを形成できるメッキ用レジストを用いて、所望の領域にのみ電解メッキ等でメッキをする選択メッキ法等が用いられ得る。

【0053】また、本発明の窒化物系半導体発光素子の製造方法においては、上記透光性基体は、透光性樹脂またはSOG (Spin on Glass) を硬化させる方法、透光性樹脂フィルムを貼りつける方法および透光性樹脂板を貼りつける方法よりなる群から選ばれる少なくとも1種類の方法により形成されることが好ましい。この場合には、透光性基体の作製がより容易となるため、発光素子の製造歩留まりが向上し発光素子の製造コストをより低減させることができるようになる。なお、透光性樹脂フィルムおよび透光性樹脂板はともに透光性樹脂の成形品であって、透光性樹脂フィルムはその厚さが200μm以下のもの、透光性樹脂板はその厚さが200μmよりも大きいもののことをいう。透光性樹脂フィルムおよび透光性樹脂板は、たとえば透光性樹脂を射出成形、押出成形、圧縮成形、トランスファー成形、カレンダー成形等の従来から公知の成形法により成形する方法等により作製され得る。

【0054】ここで、上記透光性樹脂を硬化させる方法には、透光性樹脂に硬化剤を混ぜて硬化させる方法、透光性樹脂として熱硬化型樹脂を用いて加熱する方法および透光性樹脂として紫外線硬化型樹脂を用いて紫外線を照射する方法よりなる群から選ばれる少なくとも1種類の方法が用いられることが好ましい。この場合にも、透光性基体の作製がより容易となるため、発光素子の製造歩留まりが向上し発光素子の製造コストをより低減させることができるようになる。

【0055】なお、上記透光性樹脂に硬化剤を混ぜて硬化させる方法としては、たとえばエポキシ樹脂にトリエチレンテトラミン、イソフォロンジアミン、m-キシリレンジアミン、ポリアミドアミン、ジアミノジフェニルメタン等のアミン系の硬化剤、メチルテトラヒドロ無水フタル酸等の酸無水物系の硬化剤またはフェノールノボラック樹脂等のフェノール樹脂系の硬化剤を加えてエポキシ樹脂の分子鎖を延長して高分子化合物にするとともにこの分子鎖を加熱して熱硬化性樹脂としての性能をより発揮させて樹脂を硬化させる方法、または不飽和ポリエステル樹脂、ビニルエステル樹脂にたとえばクメンハイドロパーオキシド、ジメチルパーオキシド等の有機過酸化物の硬化剤を加えることにより分子鎖同士を共架橋して分子鎖間を固定することにより樹脂を硬化させる方法等が用いられ得る。

【0056】また、上記熱硬化型樹脂を用いて加熱する方法としては、たとえばフェノール樹脂、ユリア樹脂、メラミン樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、ビニルエステル樹脂、ジアリルフタレート樹脂またはエポキシ樹脂等の熱硬化型樹脂を加熱する方法等が用いられ得る。

【0057】また、上記紫外線硬化型樹脂を用いて紫外線を照射する方法としては、たとえばアクリレート、エポキシ化合物、不飽和化合物とチオールとの配合物等のオリゴマーやモノマーに、たとえばベンゾフェノン、ト



リフェニルスルホニウムまたはヘキサフルオロフォスフィン等の光増感剤を加えて、たとえば水銀灯またはメタルハライドランプ等の光源から紫外線を照射して樹脂を硬化させる方法等が用いられ得る。

【0058】

【実施例】以下、実施例を用いて本発明をより詳細に説明するが、これに限定されるものではない。

【0059】（実施例1）図1に透光性基体に透光性樹脂を用いた本発明の窒化物系半導体発光素子の一実施例の模式的な断面図を示す。図1において、本発明の窒化物系半導体発光素子は、透光性樹脂からなる透光性基体10上にPdからなるp型用電極層11、p型GaNからなるp型コンタクト層12、p型AlGaNからなるp型クラッド層13、GaNからなるバリア層とInGaNからなる井戸層とからなる発光層14、SiドープGaNからなるn型クラッド層15およびHfとAlからなるn型用電極層16が順次積層されており、p型用電極層11上にはPdとAuとからなるp型パッド電極17が形成されている。

【0060】以下に、本実施例の窒化物系半導体発光素子の製造方法について説明する。まず、図2に示すようにSi基板18上にAlNからなるバッファ層19、n型クラッド層15、発光層14、p型クラッド層13およびp型コンタクト層12を順次積層形成する。次に、p型コンタクト層12の表面上にp型用電極層11として、Pdを10nmの膜厚で蒸着し、真空中において500℃で3分間熱処理を行なうことにより、p型用電極層11とp型コンタクト層12との合金化処理を行なう。この合金化処理によってp型用電極層11とp型コンタクト層12との密着力が増すこととなる。次に、p型用電極層11上に透光性基体10として紫外線硬化型樹脂を塗布し、紫外線を照射して硬化させる。図2はこの段階でのウエハの状態を示している。

【0061】次に、このウエハの側面と透光性基体10の表面をエレクトロンワックスで覆い、70%のフッ酸と60%の硝酸と氷酢酸を5:2:2の比で混合したエッチング液によりSi基板18を除去し、AlNからなるバッファ層19の表面を露出させる。その後、たとえばアセトン等の有機溶媒でエレクトロンワックスを除去する。次に、AlNからなるバッファ層19をドライエッチング法により除去しn型クラッド層15の表面を露出させる。図3はこの段階でのウエハの状態を示している。このようにSi基板18を完全に除去しても、透光性樹脂からなる透光性基体10が支持基体となるため、通常の発光素子ウエハとして取り扱うことができる。

【0062】次に、図4に示すように、露出させたn型クラッド層15の表面上にHfを5nm、Alを200nmの膜厚で蒸着してn型用電極層16を形成する。この蒸着中、80℃程度に加熱することで良好なオーミック接触を得ることができる。次に、フォトレジスト11

0をドライエッチング用のマスクとして形成した後、エッチングすることによりp型用電極層11表面を露出させる。露出させたp型用電極層11上にPdとAuとからなるp型パッド電極17を蒸着することにより形成する。フォトレジスト110を除去し、最後にダイシングにより300μm角の大きさに分割する。図5に上記のようにして作製された本実施例の窒化物系半導体発光素子の模式的な上面図を示す。

【0063】このようにして作製された本実施例の窒化物系半導体発光素子を反射率の良いAgペースト等でリードフレーム等にダイボンズすれば、発光層14から透光性基体10側に放射された光はほとんど吸収されることなく透光性基体10に入射し、透光性基体10底面で反射した後に透光性基体10側面から素子外部に取り出すことができるため、発光層14から放射される光の外部取り出し効率を向上させることができる窒化物系半導体発光素子を作製することができる。なお、p型用電極層11は、たとえば図6(a)または図6(b)に示すような網目状にも形成することができる。

【0064】（実施例2）図7に透明導電層を用いた本発明の窒化物系半導体発光素子の実施例の模式的な断面図を示す。図7において、本発明の窒化物系半導体発光素子は、透光性樹脂からなる透光性基体20上にITOからなる透明導電層211、Pdからなるp型用電極層21、p型GaNからなるp型コンタクト層22、p型AlGaNからなるp型クラッド層23、GaNからなるバリア層とInGaNからなる井戸層とからなる発光層24、SiドープGaNからなるn型クラッド層25およびHfとAlからなるn型用電極層26が順次積層されており、p型用電極層21上にはPdとAuとからなるp型パッド電極27が形成されている。

【0065】以下に、本実施例の窒化物系半導体発光素子の製造方法について説明する。まず、図8に示すようにSi基板28上にAlNからなるバッファ層29、n型クラッド層25、発光層24、p型クラッド層23およびp型コンタクト層22を順次積層形成する。次に、p型コンタクト層22の表面上にp型用電極層21として、Pdを10nmの膜厚で蒸着し、真空中において500℃で3分間熱処理を行なうことにより、p型用電極層21とp型コンタクト層22との合金化処理を行なう。この合金化処理によってp型用電極層21とp型コンタクト層22との密着力が増すこととなる。次に、p型用電極層21上に透明導電層211として膜厚100nmのITOをスパッタ法により形成する。この透明導電層211上に透光性基体20として熱硬化性樹脂を塗布し、130℃で90分間加熱して硬化させる。図8はこの段階でのウエハの状態を示している。

【0066】次に、このウエハの側面と透光性基体20の表面をエレクトロンワックスで覆い、70%のフッ酸と60%の硝酸と氷酢酸を5:2:2の比で混合したエ

エッチング液によりSi基板28を除去し、AlNからなるバッファ層29の表面を露出させる。その後、たとえばアセトン等の有機溶媒でエレクトロニクスを除去する。次に、AlNからなるバッファ層29をドライエッチング法により除去しn型クラッド層25の表面を露出させる。図9はこの段階でのウェハの状態を示している。このようにSi基板28を完全に除去しても、透光性樹脂からなる透光性基体20が支持基体となるため、通常の発光素子ウェハとして取り扱うことができる。

【0067】次に、図10に示すように、露出させたn型クラッド層25の表面上にHfを5nm、Alを200nmの膜厚で蒸着してn型用電極層26を形成する。この蒸着中、80℃程度に加熱することで良好なオーミック接触を得ることができる。次に、フォトレジスト210をドライエッチング用のマスクとして形成した後、エッチングすることによりp型用電極層21表面を露出させる。露出させたp型用電極層21上にPdとAuとからなるp型パッド電極27を蒸着することにより形成する。フォトレジスト210を除去し、最後にダイシングにより300μm角の大きさに分割する。図11に上記のようにして作製された本実施例の窒化物系半導体発光素子の模式的な上面図を示す。

【0068】このようにして作製された本実施例の窒化物系半導体発光素子を反射率の良いAgペースト等でリードフレーム等にダイボンドすれば、発光層24から透光性基体20側に放射された光はほとんど吸収されることなく透光性基体20に入射し、透光性基体20底面で反射した後に透光性基体20側面から素子外部に取り出すことができるため、発光層24から放射される光の外部取り出し効率を向上させることができる窒化物系半導体発光素子を作製することができる。

【0069】(実施例3) 図12に基板上の窒化物系半導体層を選択的に成長させた本発明の窒化物系半導体発光素子の実施例の模式的な断面図を示す。図12において、本発明の窒化物系半導体発光素子は、透光性樹脂からなる透光性基体30上にITOからなる透明導電層311、Pdからなるp型用電極層31、p型GaNからなるp型コンタクト層32、p型AlGaNからなるp型クラッド層33、GaNからなるバリア層とInGaNからなる井戸層とからなる発光層34、SiドープGaNからなるn型クラッド層35およびHfとAlからなるn型用電極層36が順次積層されており、p型用電極層31上にはPdとAuとからなるp型パッド電極37が形成されている。

【0070】以下に、本実施例の窒化物系半導体発光素子の製造方法について説明する。まず、図13に示すように、Si基板38上にSiO<sub>2</sub>マスク312を膜厚300nmで形成する。このとき、Si基板38の露出部が一辺200μm角の正方形となり、その露出した正方形のSi基板38同士の間隔が300μmとなってい

る。

【0071】次に、図14に示すように、露出したSi基板38上にAlNからなるバッファ層39、n型クラッド層35、発光層34、p型クラッド層33およびp型コンタクト層32を選択的に順次積層形成する。次に、p型コンタクト層32の表面上にp型用電極層31として、Pdを50nmの膜厚で蒸着し、真空中において500℃で3分間熱処理を行なうことにより、p型用電極層31とp型コンタクト層32との合金化処理を行なう。この合金化処理によってp型用電極層31とp型コンタクト層32との密着力が増すこととなる。次に、p型用電極層31上に透明導電層311として膜厚100nmのITOをスパッタ法により形成する。この透明導電層311上に透光性基体30として熱硬化性樹脂を塗布し、130℃で90分間加熱して硬化させる。図14はこの段階でのウェハの状態を示している。

【0072】次に、このウェハの側面と透光性基体30の表面をエレクトロニクスで覆い、70%のフッ酸と60%の硝酸と氷酢酸を5:2:2の比で混合したエッチング液によりSi基板38を除去し、AlNからなるバッファ層39の表面を露出させる。このときSiO<sub>2</sub>マスク312もこのエッチング液により除去されて、p型用電極層31が露出する。その後、たとえばアセトン等の有機溶媒でエレクトロニクスを除去する。このようにSi基板38を完全に除去しても、透光性樹脂からなる透光性基体30が支持基体となるため、通常の発光素子ウェハとして取り扱うことができる。次に、AlNからなるバッファ層39をドライエッチング法により除去しn型クラッド層35の表面を露出させる。

【0073】次に、図15に示すように、露出させたn型クラッド層35の表面上にHfを5nm、Alを200nmの膜厚で蒸着してn型用電極層36を形成する。この蒸着中、80℃程度に加熱することで良好なオーミック接触を得ることができる。次に、露出させたp型用電極層31上にPdとAuとからなるp型パッド電極37を蒸着することにより形成する。この段階におけるウェハの状態を図15に示す。最後にダイシングにより300μm角の大きさに分割する。図16に上記のようにして作製された本実施例の窒化物系半導体発光素子の模式的な上面図を示す。

【0074】このようにして作製された本実施例の窒化物系半導体発光素子を反射率の良いAgペースト等でリードフレーム等にダイボンドすれば、発光層34から透光性基体30側に放射された光はほとんど吸収されることなく透光性基体30に入射し、透光性基体30底面で反射した後に透光性基体30側面から素子外部に取り出すことができるため、発光層34から放射される光の外部取り出し効率を向上させることができる窒化物系半導体発光素子を作製することができる。

【0075】(実施例4) 図17に透明導電層上にAl

バンクを設けた本発明の窒化物系半導体発光素子の実施例の模式的な断面図を示す。図17において、本発明の窒化物系半導体発光素子は、透光性樹脂からなる透光性基体40上にITOからなる透明導電層411、Pdからなるp型用電極層41、p型GaNからなるp型コンタクト層42、p型AlGaNからなるp型クラッド層43、GaNからなるバリア層とInGaNからなる井戸層とからなる発光層44、SiドープGaNからなるn型クラッド層45およびHfとAlからなるn型用電極層46が順次積層されている。さらに透光性基体40中にAlバンク413が埋め込まれている。

【0076】以下に、本実施例の窒化物系半導体発光素子の製造方法について説明する。まず、図18に示すようにSi基板48上にAlNからなるバッファ層49、n型クラッド層45、発光層44、p型クラッド層43およびp型コンタクト層42を選択的に順次積層形成する。次に、p型コンタクト層42の表面上にp型用電極層41として、Pdを10nmの膜厚で蒸着し、真空中において500℃で3分間熱処理を行なうことにより、p型用電極層41とp型コンタクト層42との合金化処理を行なう。この合金化処理によってp型用電極層41とp型コンタクト層42との密着力が増すこととなる。次に、p型用電極層41上に透明導電層411として膜厚100nmのITOをスパッタ法により形成する。

【0077】この透明導電層411上に径が70μm、高さが100μmのAlバンク413を形成する。その後、透明導電層411上にAlバンク413を埋め込むようにして透光性基体40として熱硬化型エポキシ樹脂を塗布し、130℃で90分加熱し硬化させる。その後、透光性基体40を研磨し、Alバンク413の表面を透光性基体40から露出させる。図18はこの段階での状態を示している。

【0078】次に、このウエハの側面と透光性基体40の表面をエレクトロンワックスで覆い、70%のフッ酸と60%の硝酸と氷酢酸を5:2:2の比で混合したエッチング液によりSi基板48を除去し、AlNからなるバッファ層49の表面を露出させる。その後、たとえばアセトン等の有機溶媒でエレクトロンワックスを除去する。このようにSi基板48を完全に除去しても、透光性樹脂からなる透光性基体40が支持基体となるため、通常の発光素子ウエハとして取り扱うことができる。次に、AlNからなるバッファ層49をドライエッチング法により除去しn型クラッド層45の表面を露出させる。

【0079】次に、図19に示すように、露出させたn型クラッド層45の表面上にHfを5nm、Alを200nmの膜厚で蒸着してn型用電極層46を形成する。図19はこの段階での状態を示している。この蒸着中、80℃に加熱することで良好なオーミック接触を得ることができる。最後にダイシングにより300μm角の大

きさに分割する。

【0080】このようにして作製された本実施例の窒化物系半導体発光素子を反射率の良いAgペースト等でリードフレーム等にダイボンドすれば、発光層44から透光性基体40側に放射された光はほとんど吸収されることなく透光性基体40に入射し、透光性基体40底面で反射した後に透光性基体40側面から素子外部に取り出すことができるため、発光層44から放射される光の外部取り出し効率を向上させることができる窒化物系半導体発光素子を作製することができる。

【0081】(実施例5)図20に透明導電層上にNiメッキ層を設けた本発明の窒化物系半導体発光素子のさらに別の実施例の模式的な断面図を示す。図20において、本発明の窒化物系半導体発光素子は、透光性樹脂からなる透光性基体50上にITOからなる透明導電層511、Pdからなるp型用電極層51、p型GaNからなるp型コンタクト層52、p型AlGaNからなるp型クラッド層53、GaNからなるバリア層とInGaNからなる井戸層とからなる発光層54、SiドープGaNからなるn型クラッド層55およびHfとAlからなるn型用電極層56が順次積層されている。さらに透光性基体50中に厚膜Niメッキ層514が埋め込まれている。

【0082】以下に、本実施例の窒化物系半導体発光素子の製造方法について説明する。まず、図21に示すようにSi基板58上にAlNからなるバッファ層59、n型クラッド層55、発光層54、p型クラッド層53およびp型コンタクト層52を選択的に順次積層形成する。次に、p型コンタクト層52の表面上にp型用電極層51として、Pdを10nmの膜厚で蒸着し、真空中において500℃で3分間熱処理を行なうことにより、p型用電極層51とp型コンタクト層52との合金化処理を行なう。この合金化処理によってp型用電極層51とp型コンタクト層52との密着力が増すこととなる。次に、p型用電極層51上に透明導電層511として膜厚100nmのITOをスパッタ法により形成する。

【0083】次に、この透明導電層511上に直径が100μmの開口部を有する透光性の厚膜メッキ用レジストを透光性基体50として膜厚で100μm形成する。次に無電解メッキ法によりこの開口部内に厚膜Niメッキ層514を100μmの厚さで形成する。図21はこの段階での状態を示している。

【0084】次に、このウエハの側面と透光性基体50の表面をエレクトロンワックスで覆い、70%のフッ酸と60%の硝酸と氷酢酸を5:2:2の比で混合したエッチング液によりSi基板58を除去し、AlNからなるバッファ層59の表面を露出させる。その後、たとえばアセトン等の有機溶媒でエレクトロンワックスを除去する。このようにSi基板58を完全に除去しても、透光性樹脂からなる透光性基体50が支持基体となるた

め、通常の発光素子ウエハとして取り扱うことができる。次に、A1Nからなるバッファ層59をドライエッチング法により除去しn型クラッド層55の表面を露出させる。

【0085】次に、図22に示すように、露出させたn型クラッド層55の表面上にHfを5nm、Alを200nmの膜厚で蒸着してn型用電極層56を形成する。図22はこの段階での状態を示している。この蒸着中、80℃程度に加熱することで良好なオーミック接触を得ることができる。最後にダイシングにより300μm角の大きさに分割する。

【0086】このようにして作製された本実施例の窒化物系半導体発光素子を反射率の良いAgペースト等でリードフレーム等にダイボンドすれば、発光層54から透光性基体50側に放射された光はほとんど吸収されることなく透光性基体50に入射し、透光性基体50底面で反射した後に透光性基体50側面から素子外部に取り出すことができるため、発光層54から放射される光の外部取り出し効率を向上させることができる窒化物系半導体発光素子を作製することができる。

【0087】上記各実施例で作製した窒化物系半導体発光素子の光の外部取り出し効率は、従来の窒化物系半導体発光素子の光の外部取り出し効率の約2～2.5倍であった。

【0088】今回開示された実施の形態および実施例はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【0089】

【発明の効果】上述したように本発明によれば、発光層から放射される光の外部取り出し効率を向上させることができる。また、透光性基体に波長変換材料を含めた場合には、たとえば赤色、青色、緑色またはこれらの混合色や白色の発光素子を作製し得る。さらに、透光性基体に透光性樹脂またはSOGを用いた場合には、低コストの発光素子も作製することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 実施例1の窒化物系半導体発光素子の模式的な断面図である。

【図2】 透光性基体形成後の実施例1の窒化物系半導体発光素子の模式的な断面図である。

【図3】 n型クラッド層露出後の実施例1の窒化物系半導体発光素子の模式的な断面図である。

【図4】 フォトリソ形成後の実施例1の窒化物系半導体発光素子の模式的な断面図である。

【図5】 実施例1の窒化物系半導体発光素子の模式的な上面図である。

【図6】 本発明の窒化物系半導体発光素子に用いられ

る網目状のp型用電極層の一例の模式的な上面図である。

【図7】 実施例2の窒化物系半導体発光素子の模式的な断面図である。

【図8】 透光性基体形成後の実施例2の窒化物系半導体発光素子の模式的な断面図である。

【図9】 n型クラッド層露出後の実施例2の窒化物系半導体発光素子の模式的な断面図である。

【図10】 フォトリソ形成後の実施例2の窒化物系半導体発光素子の模式的な断面図である。

【図11】 実施例2の窒化物系半導体発光素子の模式的な上面図である。

【図12】 実施例3の窒化物系半導体発光素子の模式的な断面図である。

【図13】 SiO<sub>2</sub>マスク形成後の実施例3の窒化物系半導体発光素子の模式的な上面図である。

【図14】 透光性基体形成後の実施例3の窒化物系半導体発光素子の模式的な断面図である。

【図15】 p型パッド電極蒸着後の実施例3の窒化物系半導体発光素子の模式的な断面図である。

【図16】 実施例3の窒化物系半導体発光素子の模式的な上面図である。

【図17】 実施例4の窒化物系半導体発光素子の模式的な断面図である。

【図18】 Alバンプ形成後の実施例4の窒化物系半導体発光素子の模式的な断面図である。

【図19】 n型用電極層形成後の実施例4の窒化物系半導体発光素子の模式的な断面図である。

【図20】 実施例5の窒化物系半導体発光素子の模式的な断面図である。

【図21】 Niメッキ層形成後の実施例5の窒化物系半導体発光素子の模式的な断面図である。

【図22】 n型用電極層形成後の実施例5の窒化物系半導体発光素子の模式的な断面図である。

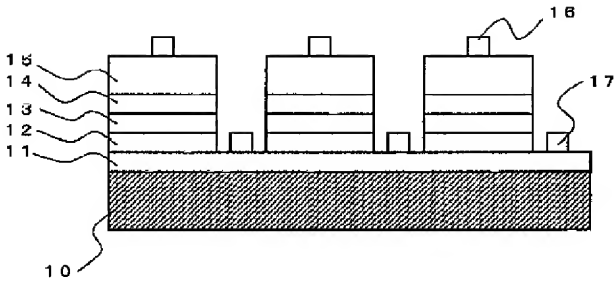
【図23】 従来の窒化物系半導体発光素子の模式的な断面図である。

【符号の説明】

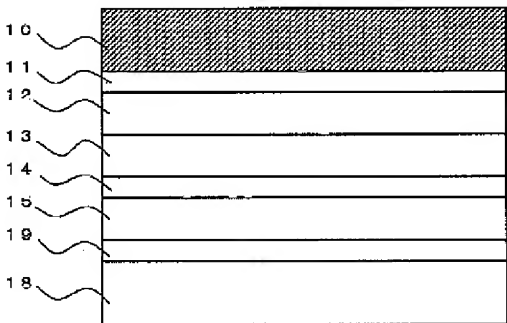
10, 20, 30, 40, 50 透光性基体、11, 21, 31, 41, 51 p型用電極層、12, 22, 32, 42, 52 p型コンタクト層、13, 23, 33, 43, 53 p型クラッド層、14, 24, 34, 44, 54 発光層、15, 25, 35, 45, 55 n型クラッド層、16, 26, 36, 46, 56 n型用電極層、17, 27, 37 p型パッド電極、18, 28, 38, 48, 58 Si基板、19, 29, 39, 49, 59 バッファ層、110, 210, 310 フォトリソ、211, 311, 411, 511 透明導電層、312 SiO<sub>2</sub>マスク、413 Alバンプ、514 Niメッキ層、100 Al基板、101 p型オーミックコンタクト層、102 p型層、103 活性層、104 n型層、105 n側電

極。

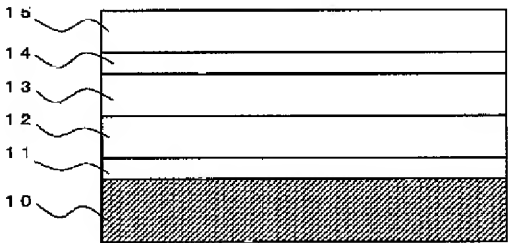
【図1】



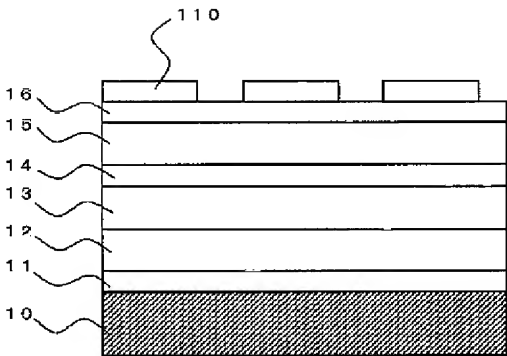
【図2】



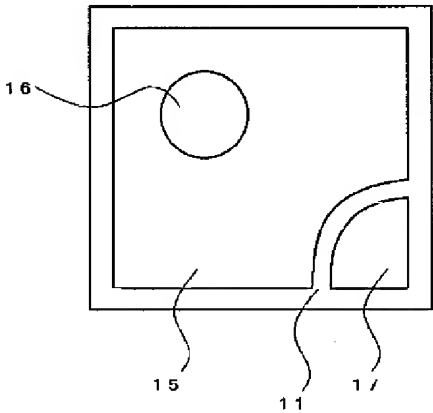
【図3】



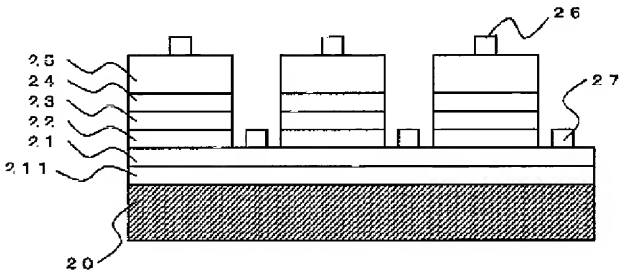
【図4】



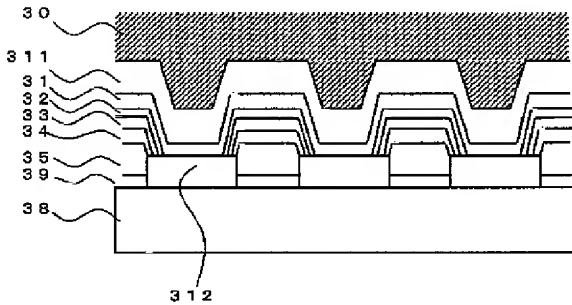
【図5】



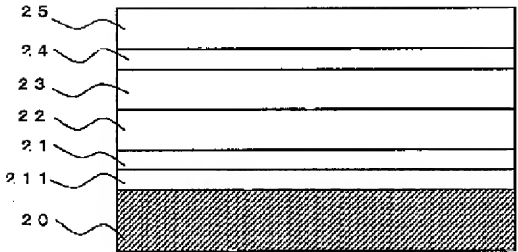
【図7】



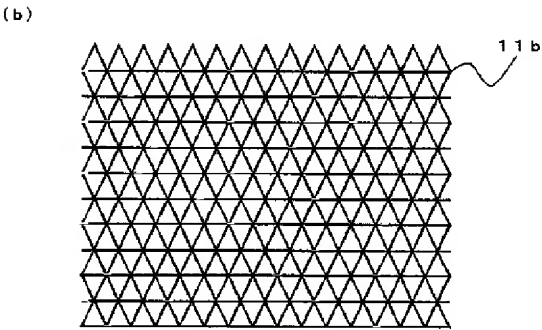
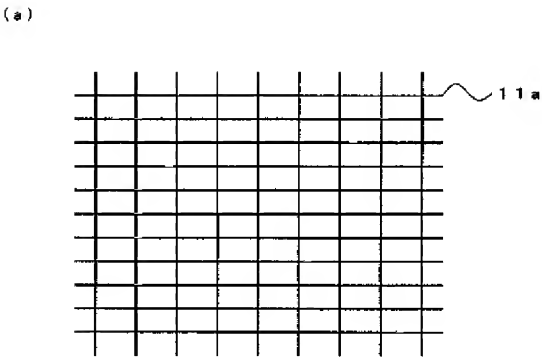
【図14】



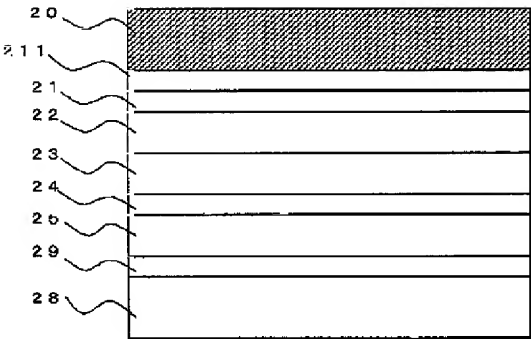
【図9】



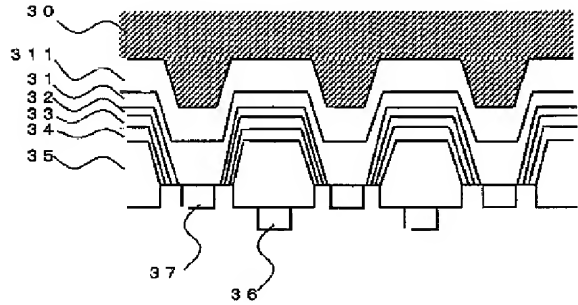
【図6】



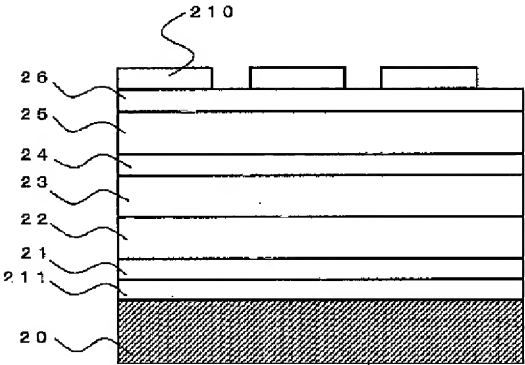
【図8】



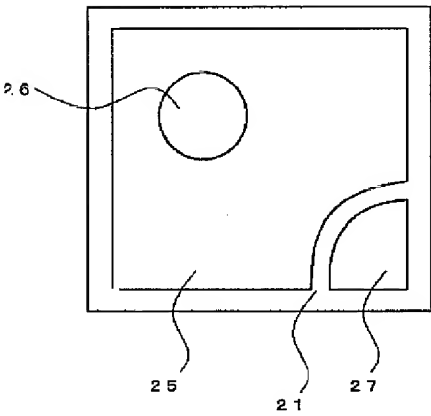
【図15】



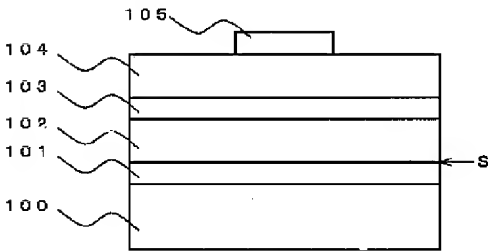
【図10】



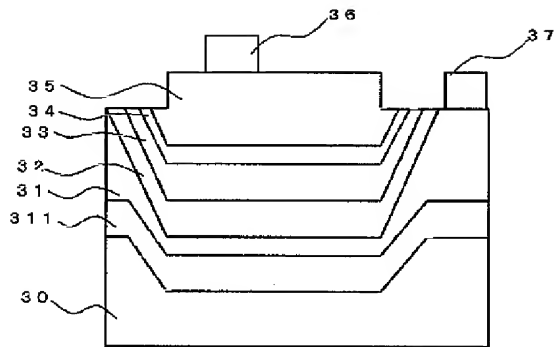
【図11】



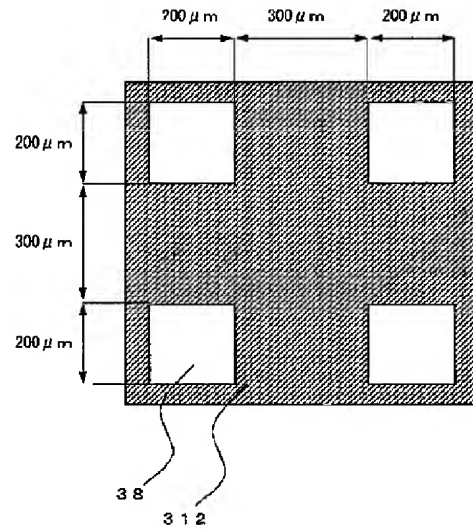
【図23】



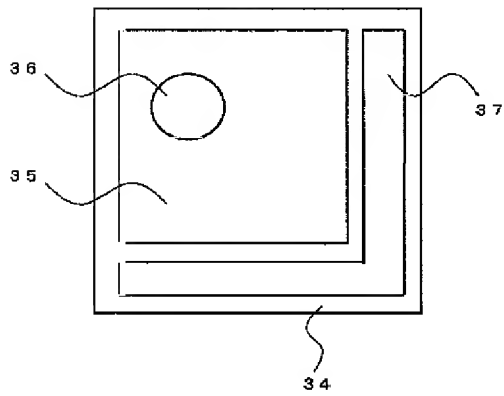
【図12】



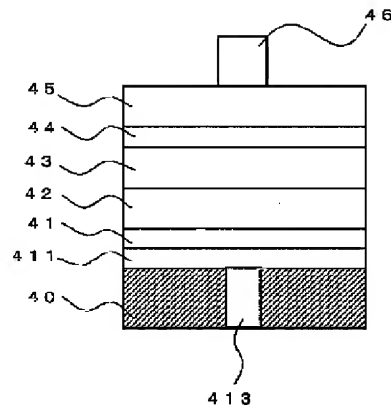
【図13】



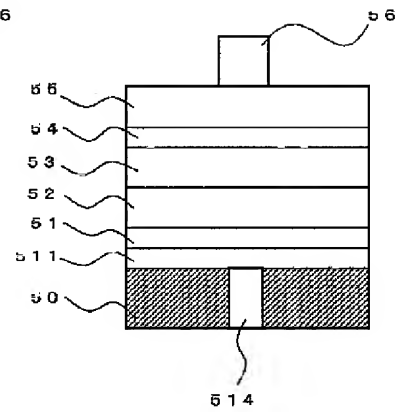
【図16】



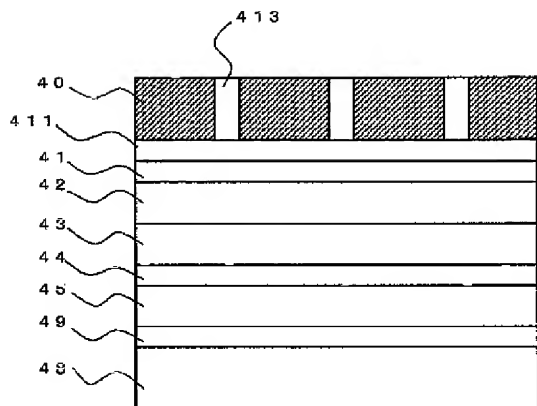
【図17】



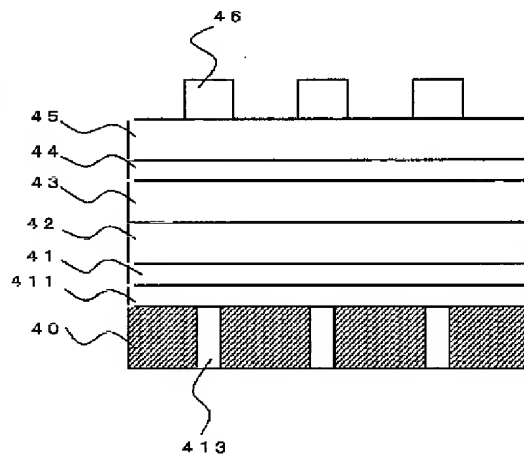
【図20】



【図18】

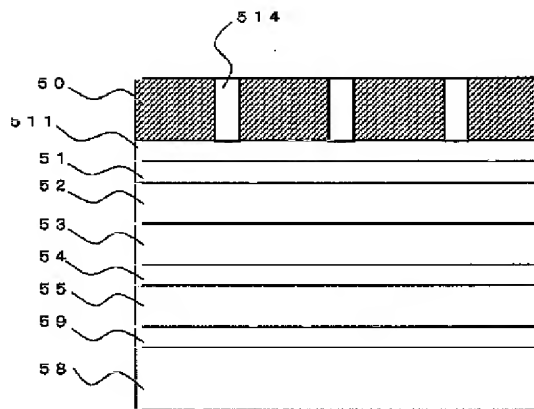


【図19】

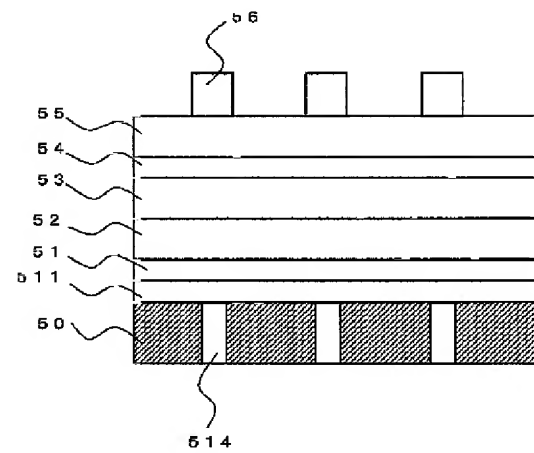




【図21】



【図22】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5F041 AA03 AA11 CA04 CA05 CA12  
CA34 CA40 CA46 CA64 CA74  
CA85 CA87 CA88 CA92 CA93  
DA16 EE25